

TADEUSZ ZIPSER*

POWIĄZANIA TRANSPORTOWE JAKO GENERATORY
STRUKTURY PRZESTRZENNEJ
SYSTEMU OSADNICZEGOTRANSPORT LINKS GENERATING SPATIAL STRUCTURE
OF A SETTLEMENT SYSTEM

Streszczenie

Obliczanie wymiany kontaktów między rejonami układu można wykorzystywać w dwojaki sposób. W wielu zagadnieniach inżynierskich jest podstawą wymiarowania sieci transportowej lub przesyłowej. Drugi sposób to konstruowanie struktury systemu osadniczego różnej skali, optymalizującej układ z punktu widzenia potrzeb warunkujących ruchliwość. Do obrazowania kontaktów najlepiej nadaje się mechanizm „pośrednich możliwości”, gdy kluczowy parametr modelu staje się charakterystyką cywilizacyjną. Na tym mechanizmie rozwinięto model generujący obraz koncentracji, zwłaszcza policentrycznych. Znaczna liczba udanych odtworzeń istniejących koncentracji potwierdziła wiarygodność modelu. W podobny sposób szukano pewnych struktur „idealnych”. Zachęcające wyniki w różnych skalach skłaniały do doskonalenia sfery determinant lokalnych na tle wewnętrznych powiązań większego systemu. Model taki składać się musi z warstwy symulującej podejmowanie decyzji oraz z warstwy symulacji procesu ich realizacji. Może to tworzyć układ priorytetów dla przestrzennych form struktur gospodarczo-społecznych.

Słowa kluczowe: model pośrednich możliwości, system osadniczy, system transportowy

Abstract

The calculation of the number of contacts among the regions of a system can be used in two ways. From the engineering perspective, it serves as a basis for the measurement of a transport or freight network. Alternatively, it may be used to form a settlement system structure on different scales, optimizing the system from the point of view of the movement conditioning needs. The best mechanism used to illustrate these contacts is that of “intervening opportunities”, when the model’s key parameter becomes a characteristic civilization feature. This mechanism served as a basis for the development of a model that generates a state of concentrations, particularly the polycentric ones. A high number of successfully generated existing concentrations confirmed the model’s reliability. Similarly, certain “ideal” structures were sought after. Positive results on different scales encouraged improvements in the area of local determinants in the light of the internal connections within a large system. Such a model must be composed of a level simulating the decision-making and a level simulating the implementation of the resulting decisions. It may lead to a system of priorities for the spatial forms of social and economic structures.

Keywords: “intervening opportunities” model, settlement system, transportation system

* Prof. dr hab. Tadeusz Zipser, Katedra Planowania Przestrzennego, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska.

System osadniczy – jak każdy inny system – to zbiór jednostek wzajemnie ze sobą powiązanych w tym sensie, że stan jednostki zależy, a nawet bywa wymuszany stanem innych jednostek. System osadniczy należy do klasy systemów żywych i tu zasadnicza cecha systemu, jaką jest obecność takiej miary, której wartość jest znacząco większa dla całości niż zwykła suma takich wartości dla poszczególnych elementów, staje się szczególnie ważna i wyjątkowo skomplikowana. Ta cecha, czyli emergent w systemie, w wypadku urbanizacji musi łączyć się z jej definicją i siłą rzeczy kłaść nacisk na powiązania, tj. na kontakty, których podłożem są potrzeby człowieka i jego instytucji.

Jeśli tę klasę zjawisk uznamy za tak ważną w wyjaśnieniu istoty miasta, a zwłaszcza jego genezy, to powinniśmy wprowadzić to do definicji, i to nie tylko miasta, ale urbanizacji rozumianej jako proces tworzący i podtrzymujący główny nurt naszej cywilizacji od ponad pięciu tysięcy lat. Musimy przy tym wziąć pod uwagę kształtowanie potrzeb, zakres możliwości ich spełnienia oraz naturę samego procesu konfrontacji potrzeb i możliwości, z którego zresztą na zasadzie sprzężenia zwrotnego mogą wynikać modyfikacje w obu grupach: potrzeb i możliwości.

Konfrontacja zbioru potrzeb i możliwości wymaga kontaktów w przestrzeni, zależy więc od wzajemnego usytuowania źródeł i celów kontaktów oraz urządzeń, które je umożliwiają. Proponuje się więc następującą definicję urbanizacji:

Urbanizacja jest to stan zagospodarowania przestrzeni charakteryzujący się uzyskaniem:

- a) odpowiedniego stopnia prawdopodobieństwa kontaktów wynikających z przyjętego w danej cywilizacji wiodącego wzorca potrzeb,
- b) równowagi pojętej jako zgodność między liczbą kontaktów optymalną lub możliwą dla danego elementu a liczbą kontaktów przezeń rzeczywiście realizowanych.

W ten sposób ogarnia się definicją nie tylko zainwestowanie, ale również funkcjonowanie układu. Wspomniany wzorzec potrzeb jest określony przez charakter elementów, między którymi zachodzi kontakt, w szczególności zaś ich zróżnicowanie, częstotliwość kontaktu, zakres możliwej substytucji lub rezygnacji i zmienność w czasie. Natomiast równowaga zależy dodatkowo od warunków wzajemnej dostępności elementów pozostających w kontakcie. W świetle takiej definicji można i należy zaakcentować olbrzymie znaczenie transportu obok równie ważnego zagadnienia przepływu informacji, który zresztą w olbrzymiej większości historycznej przeszłości naszej cywilizacji ściśle łączył się z transportem.

W przedstawianym tu ujęciu zarysowują się trzy poziomy problemu, z jakim konfrontuje nas zarówno takie rozumienie urbanizacji oraz ustawiczne pamiętanie o tym, że zagospodarowanie przestrzeni to wynik przestrzennej projekcji systemu cywilizacji jako systemu żywego, jak i bieżące trudności i powikłania (np. *urban sprawl*).

Kultura miejska i sama istota miasta zdradzają na przeciągu owych pięciu tysięcy lat istnienia, a także na przestrzeni całego globu, bardzo wysoki stopień trwałości i jednorodności. Muszą za tym stać określony mechanizm i powszechnie działająca zasada. Jest nią nieuchronne zjawisko koncentracji, wspólne zresztą z innymi, również czysto biologicznymi systemami żywymi. Kluczowy staje się więc proces wyłaniania się i stabilizowania koncentracji, a ponieważ przebiega on w niesłychanie złożonym jakościowo oraz nad wyraz rozbudowanym ilościowo zbiorze elementów, można stwierdzić, że **działa tu niewidzialna ręka koncentracji**, podobnie jak w ekonomii działa niewidzialna ręka rynku jako efekt wielopodmiotowych decyzji i reakcji. To z kolei pozwala próbować definiować pro-

cesy urbanizacyjne jako poszukiwanie i stałe korygowanie takiego stanu równowagi, gdy zmianom podlega wzorzec potrzeb, zasięg kontaktów i liczebność elementów układu.

Rzecz sprowadza się więc do tego, aby na dzisiejsze problemy transportu z wszystkimi jego trudnościami, niewydolnością, także uciążliwością i konfliktami, spojrzeć od strony najbardziej elementarnych generatorów, a nie tylko rejestrować i opisywać zewnętrzne objawy zjawiska. Na funkcjonowanie bieżącego aparatu transportu spada ciężar sporej części postępowania, stanowiącego konfrontację systemu potrzeb człowieka z systemem środowiska przestrzennego (w naszym wypadku – o skali środowiska geograficznego). Niektóre człony paradygmatu takiego postępowania są w większym stopniu „zakotwiczone” w jednym lub drugim systemie. Abstrahując zatem od konkretnej przestrzeni geograficznej, nie można opisać chłonności, predyspozycji i preferencji przestrzennych, chociaż ich sens jest dyktowany również przez system potrzeb, który wyznacza, dla kogo określa się chłonności i predyspozycje oraz preferuje się pewne miejsca. Natomiast konkretna aktywność i kontakty, których potrzebuje, mogą być określone w oderwaniu od przestrzeni. Są one bowiem „programem” wynikającym ze struktury istniejącego wzorca cywilizacji, jego celów i środków. *Nota bene* niezupełnie tak samo ma się sprawa z konfliktami, które – chociaż zależą od aktywności – mogą ulegać znacznym modyfikacjom wraz ze zmianą środowiska geograficznego. Dotyczy to zwłaszcza najprostszego konfliktu – rywalizacji o teren między aktywnościami.

W ten sposób wszystko, co łączy się z transportem, może być w pewnych warunkach postrzegane jako ingerencja zewnętrzna w stosunku do istniejącego stanu, a co za tym idzie, często rodząca kolizje i konflikty. Ta niezależność pozwala jednak, a nawet wymaga, rozpoznania składowych elementów kontaktu, co można wyobrazić w postaci zestawu pytań:

1. Kto lub co (w odniesieniu np. do instytucji) podejmuje kontakt i jaką reprezentuje liczbę lub masę generującą?
2. W jakim celu podejmuje się kontakt? Dzieli się więc zbiór kontaktów dodatkowo na klasy, które pozwalają wyjaśnić motywację, co ma duże znaczenie dla dalszych charakterystyk.
3. Gdzie znajdują się źródło i cel kontaktu? Najczęściej identyfikacja podmiotu kontaktu (pytanie 1) określa również jego źródło przestrzenne. Ustalenie, gdzie znajduje się cel, wymaga osobnych analiz (przejawia się przy tym bardzo silny związek z zamiarem – pytanie 2).
4. W jakim czasie realizuje się kontakty? W tym: Jak często? Chodzi o bardzo ważne z punktu widzenia zdolności przepustowych urządzeń przenoszących kontakty rozłożenie w czasie.
5. Za pomocą jakiego środka realizuje się kontakt? Ustalenie, jaki typ infrastruktury jest potrzebny.
6. Jaką trasą przebiega kontakt? W tym wypadku określa się przestrzenne rozmieszczenie obciążeń sieci przewodzących kontakt.

Odpowiedzi na poszczególne pytania tego zestawu wiążą się z różnym stopniem trudności. Łatwo jest zarejestrować rozkład nasileń ruchu w czasie i równie łatwo wytłumaczyć, dlaczego tak się dzieje. Podobnie, ilościowe proporcje poszczególnych kategorii przemieszczeń ze względu na cel można ustalić i odnieść do raczej stabilnych i powszechnych wzorców kulturowych, cywilizacyjnych lub technologicznych. Trudniej określić kryteria wyboru środków alternatywnych (np. transport zbiorowy czy indywidualny, kolej czy

żegluga itd.). Najtrudniej jest podać mechanizm doboru celów w przestrzeni przez źródła kontaktu, tj. wyjaśnić, w jaki sposób kształtuje się macierz międzyrejonowej wymiany ruchu. Jest to niejednokrotnie trudne nawet do zaobserwowania. Nie jest wreszcie łatwo określić, w jaki sposób odbywa się konkretny dobór trasy przemieszczenia, kiedy są już ustalone źródło i cel kontaktu.

Nieco odmienny charakter mają dwa inne czynniki, których nie sposób pominąć, a które tworzą dialektyczną sytuację współtworzenia ostatecznego zmaterializowanego i konkretnego kształtu miasta. Są to: równowaga i styl. Ten pierwszy jest właściwie nadrzędną koniecznością i kategorią raczej fizyczno-matematyczną niż przestrzenną lub cywilizacyjną; styl z kolei jest tu rozumiany jako głęboko zakorzeniona (w pewnym stopniu atawistyczna) właściwość psychologiczna. Niezależnie od tego, że niektóre jego elementy można racjonalnie wyprowadzić z doświadczeń cywilizacji, nie jest on jednak bezpośrednią koniecznością istniejącego systemu potrzeb. Jest to jednak obiektywny czynnik, który jest w stanie usztywniać i umacniać bezwładność nawet jawnie nieaktualnych już wzorców.

Ten podstawowy fakt, że w gospodarowaniu przestrzenią chodzi o konfrontowanie i wzajemne dopasowanie bardziej abstrakcyjnego w swej naturze systemu cywilizacji z całkowicie konkretnym i w dużym stopniu bezwładnym systemem geograficznym, znajduje swoje odbicie także w modelach przepływów. Ta dwoistość to możliwość stosowania albo metody grawitacji, gdy decyduje wpływ fizycznej odległości, albo metody pośrednich możliwości, w której abstrahuje się od konkretnego dystansu, a jedynie stosuje się zasadę minimalizacji energii [1].

Wrocławski ośrodek związany z Politechniką, który tu reprezentuję, poświęcił całą swoją uwagę tej drugiej metodzie właśnie dlatego, że jest ona zorientowana na odzwierciedlenie uniwersalnych, a nie lokalnych uwarunkowań rozptyłu kontaktów. Przyjmuje się tym samym, że większą wagę należy przywiązać do obrazu potrzeb wywołujących kontakt niż do lokalnych ograniczeń i narzucanych modyfikacji.

Człowiek stara się zaspokoić swoje potrzeby możliwie najmniejszym wysiłkiem, dlatego poszukuje potencjalnych okazji do ich zaspokojenia, poczynając od miejsc najbliższych. Najbliższa „okazja” może jednak nie odpowiadać konkretnym, zróżnicowanym wymaganiom poszukującego. Cywilizacja zawiera w sobie bogactwo różnorodnych motywacji, subiektywnych oczekiwań i gustów, a także obiektywnych warunków spełnienia potrzeby, co sprawia, że prawdopodobieństwo akceptacji przypadkowo napotkanej okazji jest małe. Proces ustalania poszukiwanej relacji przestrzennej kończy się w momencie zaakceptowania którejś z kolejno rozpatrywanych okazji [1].

Tworząc ogólny model, niemożliwe jest rozpatrywanie indywidualnych potrzeb każdego z poszukujących, można natomiast operować statystycznymi typami penetrujących, a ich postępowanie traktować jako kolejne próby realizacji zmiennej losowej dwuwartościowej: sukces lub porażka.

Proces realizacji potrzeby kontaktu można więc zastąpić serią losowań. W ten sposób proces wyboru celu jest przedstawiony jako seria porażek poprzedzających pierwszy sukces, a długość podróży mierzona jest liczbą niezaakceptowanych okazji. Jest przy tym określone prawdopodobieństwo sukcesu, tj. zaakceptowania losowanej okazji. W ten sposób otrzymujemy **ciąg prób Bernoulliego**, czyli niezależnych losowań o stałym prawdopodobieństwie sukcesu.

Należy podkreślić, że w modelu wszystkie odległości i średnie długości są mierzone wyłącznie liczbą porażek, czyli pominiętych okazji, abstrahując od odległości w sensie

geodezyjnym albo czasowym. Mamy zatem do czynienia z przestrzenią określoną za pomocą rozmieszczenia okazji, a jednostką, za pomocą której można wyrazić wszelkie wymiary tej przestrzeni, staje się właśnie okazja. Szeregowanie w porządku wzrastającej odległości pojedynczych celów podróży jest bardzo uciążliwe, a często nawet niemożliwe, stąd potrzeba grupowania okazji w wieloelementowe zbiory zajmujące w przestrzeni fizycznej pewne strefy oddalenia.

W tym świetle jako najważniejszy czynnik sprawczy, a zarazem główny skwantyfikowany czynnik operacyjny modelowania struktur sieci osadniczej jawi się owo prawdopodobieństwo „sukcesu” w procesie wyboru akceptowalnego celu. Parametr ten można nazwać selektywnością, a jego probabilistyczną naturę warunkuje olbrzymia liczebność i równie wielkie zróżnicowanie generatorów ruchu.

Odległość do pokonania w różnych warunkach topograficznych, kulturowych i technicznych może w różny sposób regulować przepływ kontaktów, ale zróżnicowanie motywów powiązań koniecznych w naszym typie cywilizacji musi wpływać na średni rozrzut kontaktów w zbiorze celów, w dużym stopniu niezależnie od lokalnych warunków przestrzennych. Musi, a nie tylko może, i dlatego tłumaczy ze szczególną siłą narzucane przez wartość selektywności stany równowagi, a także ich ewolucję.

Oczywiście do głosu dochodzą różne dodatkowe czynniki modyfikujące. Przede wszystkim parametr selektywności (na ogół przyjmujący bardzo małe wartości) jako wielkość zmierzona empirycznie stanowi efekt złożenia się kilku niezależnych czynników. Czynniki te to:

- 1) czysta specjalizacja potrzeb (m.in. specjalizacja zawodowa) jednostki lub specjalizacja instytucji jako wielkość uwarunkowana typem cywilizacji, stylem życia i społecznym podziałem pracy,
- 2) stopień przeciętnej dostępnej informacji o zasobie celów, od której zależy, czy użytkownik systemu rzeczywiście ma szansę penetracji całego zbioru okazji,
- 3) prawdopodobieństwo dotyczące kwestii, czy cel w razie ewentualnego wyboru przez penetrującego jest rzeczywiście do jego dyspozycji,
- 4) stopień organizacji pola kontaktów, przeciwdziałający entropii, której maksymalizacja leży u podstaw obu głównych modeli wymiany ruchu,
- 5) dystans krytyczny, który polega na tym, że istnieje w odczuciu użytkowników systemu pewien dystans fizyczny, poza który nie opłaca się sięgać dla zaspokojenia danej kategorii potrzeby, lecz raczej z niej zrezygnować.

Czynniki 1–3, a także, choć w nieco inny sposób, czynnik 5, mają charakter prawdopodobieństwa, a ich wzajemne oddziaływanie można, dzięki ich wzajemnej niezależności, przedstawić jako iloczyn tych prawdopodobieństw. Czynniki 4 oddziałuje natomiast w odwrotnym kierunku, zwiększając prawdopodobieństwo.

Istnieją określone powody, aby nie przypisywać jednak całkowitej swobody i niezależności decyzji o własnej lokalizacji indywidualnym podmiotom. Poszczególne osoby związane są ze sobą relacjami rodzinnymi, rodziny zaś związane są wspólnym bytowaniem w osiedlach itp. Podobnie można wskazać na rodzaj „aglutynacji” w handlu i usługach. Dotyczy to także produkcji, kultury, rekreacji itp., głównie z przyczyn infrastrukturalnych. Dlatego uzasadnione jest wprowadzenie pojęcia selektywności zbiorowej. Jest to stosunek liczby jednostek, które tworzą taki nierozzerwalny zespół, do liczby okazji, które potrzebne są, aby każdej z tych indywidualnych jednostek zapewnić wysokie prawdopodobieństwo akceptacji celu kontaktu. Tak więc selektywność zbiorowa zależy, z jednej strony, od indy-

widualnej selektywności, z drugiej zaś strony – od wielkości owego silnie związanego zespołu indywidualów. Zastosowanie selektywności zbiorowej prowadzi do konieczności posługiwania się rodzajem siatek powierzchniowych warunkujących równowagę. Będą one tak konstruowane, aby wystarczyło objęcie penetracją najbliższych skupisk celów bez konieczności przekraczania ich tranzytem, aby sięgać dalej. Fakt, że nie mogą istnieć skupiska celów niewykorzystanych, sprawia, że muszą powstawać układy wzajemnie powiązanych elementów będących albo skupiskami zmieszanych źródeł i celów, albo rozdzielonych od siebie czystych zgrupowań źródeł (np. osiedli mieszkaniowych) i podobnych jednorodnych koncentracji celów (np. handlowych lub przemysłowych).

Zmianę selektywności zbiorowej w kierunku zmniejszenia wartości ułamka może wywoływać zaostrzenie się selektywności indywidualnej przy niezmienionej wielkości zbiorowiska źródeł. Wraz z tą zmianą pojawiają się pewne progi rozwiązań, np. przy jednorodnych skupiskach źródeł i skupiskach celów te ostatnie muszą być coraz większe, co oznacza zarazem, że musi ich być coraz mniej w stosunku do liczby skupisk źródeł.

Ogólnie, przypomina to strukturalne wzory chemiczne, gdzie selektywność indywidualna i wynikająca z niej selektywność zbiorowa przypominają wiązania elektromagnetyczne i wartościowość pierwiastków. Analogia postępuje dalej, bo wyłaniają się tu dwa typy struktur równowagowych. Jedne bardziej prymitywne, odpowiadające monocentrycznym układom o coraz większych pojedynczych centrach otoczonych przyległymi osiedlami, oraz układy drugiego typu – policentryczne, o wyszukanej geometrii powiązań, trudnej do spontanicznego wyłonienia się. Przypominają one chemiczne struktury polimerów, również niełatwych do uzyskania w spontanicznych procesach.

Warto zauważyć, że ten łatwiejszy wariant to rzeczywista droga szybkiego wzrostu olbrzymiej większości miast w XIX i XX w. po rewolucji przemysłowej. Zarazem policentryczność takich konurbacji, jak GOP, Zagłębie Ruhry czy Randstad Holland, daje się odnieść do wczesnego wytworzenia się równomiernej siatki potencjalnych powiązań i wstępnego zdeterminowania rozproszonych skupisk celów (kopalnie, porty).

Swoboda zawiązywania się w spontaniczny sposób dowolnych konfiguracji jest również ograniczona w inny sposób. Podczas gdy każde rozmieszczenie źródeł indywidualnych generuje w toku modelowań symulacyjnych na drodze przesunięć celów stan równowagi, to nie można tego powiedzieć o odwrotnej sytuacji, kiedy dla dowolnego rozmieszczenia ustalonych skupisk celów poszukuje się rozmieszczenia źródeł. Można to sprawdzić na drodze analitycznej, próbując rozwiązać układ liniowych równań równowagi zbudowanych dla modelu pośrednich możliwości, gdy niektóre sieci nie pozwalają na otrzymanie nieujemnych wartości liczby źródeł w układzie. Inne sieci natomiast to umożliwiają.

Właściwość ta zależy nie tylko od kształtu sieci, ale również od przedziału parametru selektywności kontaktów w układzie, a to oznacza zależność od stopnia integracji układu. Można to streścić następująco: podczas gdy każdy układ źródeł prowadzi do jakiejś koncentracji celów spełniającej warunki równowagi, to istnieją takie konfiguracje celów, którym nie odpowiada żaden układ źródeł tę równowagę gwarantujący. Dopiero zmiana sieci lub dezintegracja układu może ewentualnie to umożliwić. Zdaje się to tłumaczyć uniwersalny schemat przestrzenny miasta preferujący w historii monocentryczny schemat.

Inny wariant modelu pośrednich możliwości – wariant „splotowy” – pojawił się w toku prób zwiększenia dokładności w odwzorowaniu realnych przejazdów osób, zwłaszcza w dużych miastach. Okazało się bowiem, że pewne niezgodności modelowych obrazów

z obrazem rzeczywistym nie są przypadkowe, ale mają charakter systematyczny. Ujawniły to już zresztą wczesne testowania modelu w USA prowadzone przez Pyersa.

W miastach europejskich, w tym polskich, można było to zauważyć w postaci powtarzającego się fragmentu wklęsłego profilu kumulatywnych wykresów zakończeń podróży wysyłanych przez rejony źródłowe, co było wyraźnie niezgodne z wypukłym kształtem dystrybuant rozkładu wykładniczego. Owa wklęsłość była w charakterystyczny sposób ruchoma w zależności od położenia rejonu źródłowego w stosunku do głównego skupiska celów.

Już sam kształt wykresów, w szczególności ich wklęsłość oraz obecność punktu przełamania, od którego poczynszy, krzywa stawała się znów wypukła, przypominał zachowanie wykresów dla splotu (konwolucji) rozkładów wykładniczego i równomiernego. Bliższa analiza potwierdziła celowość postępowania tą drogą. Udało się odtworzyć całą gamę kształtów obserwowanych krzywych, niemniej jednak ważne było wyjaśnienie przyczyn takich deformacji. Doprowadziło to do sformułowania następującej hipotezy: rozkład prawdopodobieństwa akceptacji okazji (potencjalnego celu) leżącej w określonej pozycji (w sensie kolejności oddalenia) od punktu reprezentującego miejsce rozpoczęcia podróży z określonego rejonu jest splotem rozkładów wykładniczego i równomiernego. Parametrem rozkładu wykładniczego jest selektywność podróży i rozkład ten jest identyczny z „klasycznym” modelem „pośrednich możliwości” w ujęciu M. Schneidera. Rozkład równomierny określony jest dla pewnego ciągłego zbioru wartości. Zbiór ten reprezentuje strefę możliwego „rozmycia” odczucia odległości, względnie dostępności potencjalnych celów.

Zastanawiając się nad naturą zjawiska splotu, które zostało w końcu zinterpretowane jako fakt wzmożonej konkurencji, trzeba tu zwrócić uwagę na fakt, że modelowanie typu przesunięć celów lub przesunięć celów i źródeł daje w wyniku obrazy – choć podobne do rzeczywistych – ale nieobarczone deformacjami dystrybuant. Są to więc układy w pewnym sensie „dojrzałe”, dobrze dopasowane do panującej w nich selektywności kontaktów w kierunku zminimalizowania współzawodnictwa penetrantów (również długości przejazdów). Takie założenie pozwalałoby spojrzeć na równomierny rozkład prawdopodobieństwa w splocie oraz na związaną z nim strefę rozmycia jako na miarę „niedojrzałości” układów bądź w sensie jego młodości, bądź tempa zmian, jakim jest poddany i za którymi nie nadąża. Na gruncie pewnych doświadczeń z modelowania symulacyjnego można by próbować wiązać to ze stopniem niedostosowania wzorców przestrzennej koncentracji do przebiegających w nim kontaktów.

W praktyce oznacza to zbyt niską koncentrację celów. Wyjaśniałoby zarazem, dlaczego w miastach Ameryki, gdzie centra wykazują wyjątkową intensywność zabudowy i zagęszczenie miejsc pracy, łatwiej o zgodność z rzeczywistością wyników modelowania tą metodą.

Ponieważ wprowadzenie splotu do modelowania ruchu miejskiego daje bardzo dobre dostosowanie do obserwowanych rozkładów (nie raz w pierwszej już iteracji), a rozmiary rozkładu równomiernego sugerują związek z niedoborem koncentracji, można przyjąć, że model ten jest samokalibrujący się, gdy obliczenia poprzedza symulacją zawiązywania się koncentracji, co pozwala zwymiarować ten niedobór. Będzie to różnica liczby celów rzeczywiście rozmieszczonych i tych, które lokuje w danych rejonach (zwykle centralnych) nieskrępowane chłonnością terenu modelowanie teoretyczne.

Wspomniane wersje modelu stosującego ideę pośrednich możliwości okazały się w wielu wypadkach zdolne do generowania układów bardzo zbliżonych do układów

rzeczywistych zarówno w skali pojedynczego miasta (np. Kraków, Poznań, Wrocław, Konin, Świdnica itp.), jak i w skali regionu (region krakowski), a wreszcie w skali całego kraju. Gdy chodzi o ten ostatni typ doświadczeń, warto wspomnieć, że wymodelowany został obraz rozmieszczenia koncentracji ludności i zatrudnienia na obszarze Polski podzielonej na 340 rejonów, gdzie w stadium wyjściowym założono zupełny brak ich zróżnicowania. Przyjęto tylko różnice między gęstością zaludnienia między województwami, co obrazowało niejako naturalny wzrost gęstości zaludnienia ku południowi uwarunkowany historycznie i geograficznie. Modelowanie doprowadziło do „zawiązania się” ognisk koncentracji tej początkowo równomiernie rozsiaanej substancji w ten sposób, że po wprowadzeniu niewielkiej bonifikaty dla kilkunastu ponadprzeciętnie rozbudowanych węzłów sieci komunikacyjnej uzyskano w efekcie wszystkie rzeczywiście istniejące aglomeracje na ich własnych pozycjach. Współczynnik korelacji między rzeczywistymi a wymodelowanymi wielkościami największych miast po potraktowaniu GOP-u jako jednego organizmu urbanistycznego (co prowadziło do zbioru 58 jednostek) osiągnął wartość nawet 0,929. Rezultaty te pozwoliły wiązać dalsze nadzieje z ogólną zasadą metody.

Mimo uzyskiwanej często wysokiej zgodności efektów symulacji ze stanem rzeczywistym nie można oczekiwać całkowicie wiernego obrazu właśnie dlatego, że decyduje selektywność, a tu, jak choćby pokazują to pomiary, zawsze mamy do czynienia z fluktuacjami, i to znacznymi, tego parametru.

Dlatego szczególnie obiecująca dla teoretycznych analiz procesu jest niedawno zaaplikowana procedura modelowania samosterującego, która, mając zadaną informację o stanie rzeczywistym, modyfikuje w kolejnych iteracjach wartość parametru tak, aby maksymalnie zbliżyć się do oczekiwanego stanu docelowego. W ramach tego postępowania algorytm rozsyłający kontakty i symulujący ich akceptację według idei „pośrednich możliwości”, dokonując przesunięć bądź celów, bądź i celów, i źródeł kontaktów (przesunięcie ogólne), może zmieniać parametr selektywności z iteracji na iterację dla każdego rejonu. Motywem modyfikowania parametru jest dążenie do osiągnięcia z góry zadanej wielkości rejonu (liczby zawartych w nim celów i źródeł). Jest to zasadnicza cecha tego modelu.

W ramach takiego samosterującego się modelowania przeprowadzono dwie odwrotnie skierowane symulacje generujące rozmieszczenie ludności jednostek osadniczych. Były nimi albo powiaty (modelowanie dotyczące całej Polski), albo gminy (modelowanie w regionalnej skali dla Dolnego Śląska oraz dla Małopolski). Pierwszy wariant wychodził od jednorodnie rozłożonej ludności, gdy każdy rejon dysponował na początku tą samą jej liczbą. Zadany stan docelowy stanowiło aktualne zaludnienie rejonów. Drugi wariant rozpoczynał od tego właśnie stanu rzeczywistego i miał dążyć do otrzymania równomiernego, jednakowego w każdym rejonie zasiedlenia.

Jak się wydaje, tego rodzaju postępowanie nie było dotąd nigdy stosowane. Być może więc modelowanie tego drugiego wariantu jest pierwszym takim zabiegiem badawczym dokonany w ramach teorii zagospodarowania przestrzennego. *Nota bene* również idea samosterującej dynamiki generowania koncentracji na podstawie „pośrednich możliwości” też jest chyba całkowicie oryginalna – jakkolwiek w zespole badawczym Politechniki Wrocławskiej pierwsze takie próby datują się na lata 80. XX w.

W obydwu wariantach postępowania należało rozpocząć obliczenia dla jakiejś konkretnej selektywności „na wejściu”. Stosowano trzy wersje – dla wartości 0,0022, 0,00066 i 0,00009. Okazało się, że wyniki tych serii niewiele się różnią. Współczynnik korelacji rangowej wyniósł ponad 0,96, gdy porównywano uporządkowania rejonów według zróżni-

cowanych już silnie wartości parametru selektywności w 100 iteracji. Wykresy tych wartości zmieniających się w ciągu tylu iteracji wykazują dla każdej wersji bardzo szybkie dostosowanie się do pewnego operacyjnie uzasadnionego poziomu, po czym następuje już zwykły proces samosterującego bilansowania.

W ramach tego procesu obserwuje się różne zachowania rejonów w zakresie przyjmowanych wartości parametru, wymuszone wcześniejszym przebiegiem symulacji, a bezpośrednio sytuacją poszczególnych rejonów w odniesieniu do oczekiwanej wartości.

Te serie zmian parametru można podzielić na cztery rodzaje. Pierwszy z nich to przewaga łagodzenia selektywności. Charakteryzuje rejon tracący liczebność, które w ten sposób chcą zatrzymać u siebie posiadaną liczbę celów. Drugi rodzaj to, przeciwnie – zaostrenie selektywności i tu mamy do czynienia z bardziej złożoną sytuacją. W każdym razie oznacza to, że liczebność celów w rejonie wzrasta. Trwającą długo stabilizację wartości, jaka często zachowana jest aż do ostatniej iteracji, obserwujemy w trzeciej grupie. Są to chyba najlepiej zrównoważone obszary relacji z otoczeniem. Wreszcie w czwartej grupie znalazły się rejon, które nie spełniały warunku zachowania którejś z tych tendencji w więcej niż połowie przypadków.

Najnowszym wariantem tej metody jest więc seria modelowań w kierunku przeciwnym, tj. do rozłożenia równomiernego pozbawionego koncentracji. Ten wirtualny proces wydaje się bardzo obiecującym polem analiz pozwalających poznać niezbyt przejrzyste, a bardzo złożone uwarunkowania wzajemne rejonów jako jednostek systemu osadniczego. Szczególnie ważne jest zjawisko zdeformowanej symetrii procesów o tych przeciwnych kierunkach.

Wracając do obrazu prawdopodobnej wymiany kontaktów między rejonami układu, można mówić o wykorzystywaniu go w dwojaki sposób. W wielu szczegółowych zagadnieniach inżynierskich związanych z funkcjonowaniem infrastruktury macierz wymiany kontaktów stanowi punkt wyjścia do projektowania kształtu sieci transportowej lub przesyłowej oraz do wymiarowania jej elementów.

Drugi sposób wykorzystywania wyników modelowania kontaktów polega na wprzęgnięciu tego modelowania do zabiegów o szerszym znaczeniu. Chodzi tu o konstruowanie całej struktury systemu osadniczego o różnej skali, o szukanie takich jej kształtów, które optymalizują układ z punktu widzenia wybranych kryteriów, powiązanych wszakże zawsze z rozkładem kontaktów.

Właśnie temu poświęcono ten artykuł, ale owo pierwsze wykorzystanie okazuje się ważne, kiedy może lokalnie ulepszyć strukturę, a także jeśli poszukuje się rozwiązań sieciowych, oceniając przyjmowane arbitralnie warianty. Jest to postępowanie mające w zasadzie służyć inżynierii ruchu w obszarach zurbanizowanych, ale większość jego elementów można zastosować do ogólniejszych zagadnień transportu i komunikacji. Jest to metoda składająca się z szeregu bloków analizujących układy sieciowe pod kątem 24 kryteriów. Pozwala to przynajmniej na obiektywny wybór najlepszych wariantów rozwiązań.

Jest jednak jeszcze trzeci poziom problematyki transportu. To pytanie: Czy i jak warunkująca życie systemu cywilizacyjnego rola transportu może być podstawą do niesłychanie trudnej i kosztownej, ale niezbędnej już akcji fundamentalnej przebudowy zasad konstruowania struktury obszarów zurbanizowanych, aby uniknąć cywilizacyjnej katastrofy? Tu trzeba się odwołać i do historii, i do prognozy. Ta pierwsza pokazuje nam, że parę razy zmieniano świadomie i konsekwentnie wzorzec struktury przestrzennej miasta jako całości, a nie tylko jego fragmentu. Z zasady prowadziło to do regularności, żeby nie powiedzieć:

geometryzacji, a ograniczało w znacznym stopniu udział przypadku i drogę chaosu. Podłożem były głębokie, rewolucyjne wręcz transformacje w dziedzinie ekonomicznej i społecznej oraz nowe środki techniczne. Ale chociaż tak działo się w antyku i w dojrzałym średniowieczu, to najbardziej powszechna i intensywna, jak i najbardziej wieloaspektowa rewolucja przemysłowa przegapiła odpowiedni moment, a potem, tzn. dzisiaj, było na to już za późno. Nie zmienia to jednak faktu dramatycznej nieraz niewydolności dzisiejszej struktury przestrzennej miasta, zwłaszcza w zakresie transportu osobowego, o konsekwencjach zarazem ekonomicznych, jak i środowiskowych.

Z kolei prognozy demograficzne mówią o 9, a nawet 11 miliardach ludzi w połowie naszego wieku. A przecież nie trafią oni w większości na wieś, ale właśnie do obszarów zurbanizowanych. I jakiegokolwiek miejsce w nich obsadzą, to zawsze w sumie oznacza to więcej źródeł i celów ruchu, a także więcej zajętej powierzchni. Wystarczy policzyć: gdyby miało chodzić o ok. 3 dodatkowe miliardy, to przyznając, bardzo oszczędnie, 200 m² ogólnej powierzchni miejskiej na osobę, uzyskamy już od razu 600 000 km². To jest powierzchnia większa niż Francji i Szwajcarii razem. Wyobraźmy więc sobie pokrycie kanalizacją i siecią ulic miejskich takiego obszaru. Chociaż musi się to dokonać, to jednak główna kwestia dotyczy tego, jak to zostanie przeprowadzone: czy przez doraźne doklepanie nowego zainwestowania w przypadkowych porcjach, czy też przez racjonalne, optymalizujące konstruowanie przewidywalnego układu. W tym drugim wypadku użycie odpowiednich modeli wydaje się konieczne, a ich doskonalenie jak najbardziej potrzebne.

Literatura

- [1] Zipser T., Sławski J., *Modele procesów urbanizacji. Teoria i jej wykorzystanie w praktyce*, PWE, Warszawa 1988.